

**SOLAR ENERGY CONVERTER**

Patent Number: JP58158976  
Publication date: 1983-09-21  
Inventor(s): MURAKI AKIRA  
Applicant(s): TOPPAN INSATSU KK  
Requested Patent: JP58158976  
Application JP19820041393 19820316 ✓  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L31/04  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To obtain a hybrid solar energy converter having high conversion efficiency by employing a tubular base of good conductivity on the surface as one electrode, covering the surface with an amorphous semiconductor layer active with the light, covering the layer with a transparent conductive layer, forming other electrode made of a good conductive layer along the longitudinal direction on the part of the transparent layer, and flowing heat carrying medium in the hollow part of the base.

**CONSTITUTION:**An amorphous Si layer 2 made of 3-layer structure of N<+> type/ i-type/P<+> type layers active with the light is formed on the entire peripheral surface of a tubular base 1 formed with a sole metal unit or a metal plating layer on the surface. Then, a transparent conductive layer 4 such as oxidized indium, oxidized tin is covered on the overall surface, and a good conductive layer 5 is formed along the longitudinal direction on the part not irradiated with the light on the base 1. In this manner, the ends of the layer 5 and the base 1 are used as electrodes of a pair, water or Freon gas is flowed through the hollow part 6 of the base 1, and a current is produced from the paired electrodes. Thus, not only electric power but heat are produced.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—158976

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号  
7021—5F

⑭ 公開 昭和58年(1983)9月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑮ 太陽エネルギー変換装置

東京都台東区台東1丁目5号1  
号凸版印刷株式会社内

⑯ 特 願 昭57—41393

⑰ 出 願 人 凸版印刷株式会社

⑱ 出 願 昭57(1982)3月16日

東京都台東区台東1丁目5番1  
号

⑲ 発 明 者 村木明良

明 細 書

1 発明の名称

太陽エネルギー変換装置

2 特許請求の範囲

(1) 少なくとも表面が良導電性である管状基体を一方の電極となし、光に活性なアモルファスの半導体層を該管状基体の表面に形成し、該半導体層の上に透明導電層を積層し、該透明導電層の上の一部に前記管状基体の長手方向にそった長形の良導電層からなる他方の電極を設けてなり、さらに前記管状基体の中空部に熱運搬媒体を流通させることを特徴とする太陽エネルギー変換装置。

(2) 管状基体の断面の外形が円形であり、その直径が10mm以下である特許請求の範囲第1項記載の太陽エネルギー変換装置。

(3) 棒状基体が板状であり、その幅が10mm以下である特許請求の範囲第1項記載の太陽エネルギー変換装置。

3 発明の詳細な説明

本発明は、アモルファス半導体の太陽エネルギー変換装置に係わり、特にその特異な形状により太陽熱も収集でき、利用形態が多様に変化できるエネルギー変換効率の高いハイブリッド型の太陽エネルギー変換装置に関する。

光電変換層にアモルファス半導体を用いる太陽電池は、低コスト太陽電池の第一候補として、有望視され各方面でその変換効率向上の努力がなされている。しかしながら、従来の太陽電池は平板構造であり、その形状から、利用形態におのづから制約がある。さらに言えば、平板構造では5cm角程度の大型素子にすると電気エネルギーの変換効率が4～5%程度にしかならないという欠点があった。この原因は、大形化するにつれて、アモルファスシリコン膜が不均一になりやすい、ピンホール等の欠陥が増える、透明導電膜の抵抗が大きくなり電池の内部抵抗が増すからである。特に現在の透明導電膜は、酸化インジウム～酸化スズ系のITO膜と呼ばれるものが大半であるが、その面抵抗は20～200Ω/㎠と大きく、この高

抵抗は無視できない問題となっている。一部に、その解決策として透明導電膜の上に枝状の金属層を設け、透明導電膜の低導電性を金属層で補なうようにした平板形の太陽電池も提案されているが、枝状の金属層が太陽光線の入射を遮り、これが変換効率の低下をもたらすという別の問題を生じている。

さらに言えば、従来、ハイブリッド型の太陽エネルギー変換装置は集熱機能に重点が置かれていたため、その電気エネルギーへの変換効率は低く、せいぜい2～3%であった。その理由は、集光型の装置になっているものが多く、集光しないものに比べ、素子温度が高くなる事も原因になっている。

本発明は、以上のような点を鑑み、鋭意工夫したものであり、具体的には、基体として少なくとも表面が良導電性の管状物を用い、これを一方の電極とし、光に活性なアモルファスの半導体層を基体の表面に形成し、さらに透明導電層を該半導体層の上に積層し、他方の電極として、前記の透

明導電層上の一部に、さらに言えば、太陽光を遮らないような位置に管状基体の長手方向にそって長形の良導電層を配してなる太陽エネルギー変換装置であり、本発明では、管状基体の中空部に熱運搬媒体を流通させ、基体の温度上昇を抑えるとともに、太陽熱をもエネルギーとして取り出すものである。

図面の第1図および第2図に示される本発明の太陽エネルギー変換装置の一実施例に基いて、さらに詳細に説明すると、基体(1)はその断面の幅に比して長さの大きい管状物であり、材質として金属の単体を用いるか、あるいはガラスやセラミックなどの絶縁物の表面に金属のめっき層や蒸着層を設けたものなど、少なくとも表面を良導電性である管状基体を用いる。図の実施例では断面円形の基体(1)であり、その側面のほぼ全周に光に活性なアモルファスシリコンの半導体層(2)が設けられている。ここで「光に対して活性」という意味は、下もしくは上から、 $n^+$ 型/ $i$ 型/ $p^+$ 型の三層構成のアモルファスシリコン半導体層となし、入射す

る光のエネルギーを電気エネルギーに変換できる半導体層であることを意味する。図の実施例では半導体層(2)は基体(1)の左端部(3)において設けられていないが、これは、この左端部(3)を、基体(1)を一方の電極とした際の端子部分とするためである。半導体層(2)の上には透明導電層(4)を積層する。透明導電層(4)の材質としては酸化インジウム、酸化スズ、または酸化インジウム～酸化スズの二成分膜(ITO膜)などを用いるか、金属の蒸着薄膜を用いることがあげられる。この透明導電層(4)の上の一部に、すなわち図の実施例では下側半分に、良導電層(5)を設ける。この良導電層(5)は基体(1)の長手方向にそって細長く設けるのが良く、その幅は太陽光線を遮らない最大幅として基体の断面外周の $\frac{1}{2}$ であり、かかる構造のとき、他方の電極として低抵抗なものとなりうる。すなわち、先言したように、透明導電膜(3)は $20 \sim 200 \Omega/\text{cm}$ 程度の比較的高抵抗のものであり、良導電層(5)は、透明導電膜(4)の導電性を補なう集電体となるものである。良導電層(5)の形成手段としては、真

空蒸着などの薄膜形成手段にて金属層を施すほか、銀ペーストや導電性インキを塗布もしくは印刷して形成する手段があげられる。

基体(1)の断面形状は、図の実施例では円形であり、これが一般的な形状であると言えるが、その他の形状、例えば断面四角形の板状体や断面楕円形のものなども本発明に含まれる。また、その幅について言うと、幅をあまりにも大きくして、それにつれて透明導電層(4)の幅が大きくなると、電池の直列抵抗が増すので、基体(1)の幅はあまり大きくしないのが良い。10mm以下の幅、好ましくは3mm以下の径ないし幅の管状基体(1)を用いることが良い。第1図に示すような構造にした後、基体(1)と良導電層(5)とを電極とすることで太陽電池としては完成する。管状基体(1)の中空部(6)には水やフロンガスのような熱運搬媒体を一方から他方へ流通させるものである。

第3図は、本発明の装置の一使用態様を示す説明図であるが、図によれば、太陽光線 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 等を一焦点に集光し、太陽の動きに追動する

凹面鏡(7)と、その焦点の位置に配置された本発明の太陽エネルギー変換装置(8)が示されている。この場合、本発明の装置(8)は管状の細長いものである。平板状のものに比べて凹面鏡(7)に入射する太陽光線をほとんど遮ぎることがなく、そのうえ凹面鏡(7)から反射した光をほぼ直角の面で受け取ることができるので、反射率も小さくでき効率を高めることができる。

しかも、第3図の例によれば、良導電層(5)の幅を太陽電池(7)の断面円周の $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ 程度にしたから、電池面に直接入射する太陽光線(8)をも電気エネルギーに変換できるものであり、いずれにしてもエネルギーの変換効率を高めるのに通じている。さらに熱運搬媒体(9)を中空部(6)に流すことにより、熱エネルギーの摂取ができ、基体(11)の温度上昇を抑止できる。

第4図<sup>(a)</sup>において説明すると、この場合は、太陽光線を直接受けて電気エネルギーを得るものであるが、本発明の管状のエネルギー変換装置(8)を多数個横に連接して、大面積の太陽電池としたもの

であり、それぞれの良導電層(5)を電氣的に接続すべく、銀ペーストなどを裏打ちして一方の電極(10)となし、他方の電極である基体(11)についてもリード線などで同様に並列的に接続したものである。

この例によれば、上方から入射する太陽光線(8)は良導電層(5)によって遮ぎられるということが全くなく、装置(8)は入射する太陽光線の全てを受け取ることができる。しかも、抵抗率の高い透明導電層の導電性を良導電層(5)が補うので導電抵抗も低くなり、大形の太陽電池であってもエネルギーロスの少ない、したがって、入射する太陽エネルギーに対して変換効率の高い太陽電池となるものである。多数個であろうと、第4図(b)に示すように中空部(6)に熱運搬媒体(9)を流すために、多数の素子に共通なパイプ(12)を両端に付設する。

その他、本発明の変換装置によれば、入射した太陽光線(8)は電池内部で繰り返し反射を行ない、光に対して活性なn+型/i型/p+型の半導体層を何度も横切るということがある。すなわち、第4図に示すように、透明導電層(4)の面に対して斜めに

入射した太陽光線(8)は、半導体層(2)を経て、基体(11)の金属光沢面(a)にて反射し、透明導電層(4)の面(b)にて全反射して再び半導体層(2)へ入射するという現象がある。このことも、光エネルギーを電気エネルギーへ変換する効率を高めるのに寄与するものである。

なお、本発明の太陽エネルギー変換装置に用いる光に活性な半導体層はアモルファス(非晶質)あるいは微細結晶質であるから、断面が円形、四角形等の任意の形状の基体であっても、プラズマ気相蒸着法や、真空蒸着法、反応性スパッター蒸着法などで容易に施すことができることは言うまでもない。

以上のように、本発明の太陽エネルギー変換装置によれば、基体の温度上昇を抑え、しかもその特殊な形状を呈するによって、高い変換効率で電気エネルギーが得られるものであり、太陽熱を摂取できることとあわせて能率的なエネルギー変換装置となっているものである。

以下に実施例を述べる。

#### [ 実施例 1 ]

基体として3mm径で肉厚0.5mmの表面を鏡面仕上げした長さ30cmのステンレス鋼の管体を用い、この基体の中性洗剤溶液で超音波洗浄した後、純水中でリンスし、酸処理により重金属を除去し、再び純水による超音波洗浄、カスケードリンスによるリンスを施した後、イソプロピルアルコール蒸気による洗浄乾燥を行ない、基体の前処理とした。

この基体の端部を5mmにわたってマスクしたものをプラズマCVD装置内に、蒸着物が均一に表面に付着するように回転治具に支持させ、電氣的に浮いた状態に設置した。基体を接地状態にしても、カソード電極としてもさしつかえない。基本的な反応ガスとしては、水素ガスに対してSiH<sub>4</sub>ガスを10%含有する混合ガスを用いた。n+型の半導体層を形成するためのガスとしては、水素ガスに対してホスフィンガス(PH<sub>3</sub>)を1000PPM添加したガスを前記の混合ガスに対して体積比で0.001~0.1%の間で混入したガスを用

い、 $p+$ 型の半導体層を形成するためのガスとしては、水素ガスに対してジボランガス( $B_2H_6$ )を1000PPM添加したガスを前記の混合ガスに対して体積比で0.001~0.1%の間で混入したガスを用いた。層の厚さは、 $p+$ 型/ $i$ 型/ $n+$ 型それぞれ50~500Å/3000~10000Å/50~1000Åとした。混合ガスの流量は10~100scc/mで装置内に導入した。蒸着時の基体の温度は200℃に設定し、光に活性なアモルファスシリコン半導体層を棒状基体上に形成した。

次に、このものを透明導電膜形成用のスパッタ一蒸着装置内に移し、基体と透明導電膜が短絡しないようにマスクした後、酸化スズを5%含有する酸化インジウムの透明導電膜を1000Å厚に形成した。この膜の光透過率は80~90%で、100~200Ω/cmの面抵抗であった。

このようにして得られたものの下側半分に1mm厚の金属アルミニウムを真空蒸着して良導電層とした。これを95個第4図に示すように並列に

設置して固定し、良導電層が施された下側に、低温乾燥型の銀ペーストで単位素子間の短絡を行ない、これを一方の電極とし、管状基体側を他方の電極とする太陽電池とした。しかる後、管状基体の開口端にポリカーボネイト製の流入用パイプを差し込み、水を流入させた。

この装置の電気エネルギーへの変換効率は、AM1の照射条件で、約5%であったが、これは、同一条件で作製した5mm角の平板型太陽電池素子の変換効率(いわゆる真性変換効率)とはほとんど同じであった。また集熱性能を調べるため、波長域0.3μm~20μmに亘り反射率を測定した。その結果、0.3μm~1.5μm程度の範囲では、20%以下、1.5μm~20μmの範囲では、80%以上であり、選択吸収膜として良好な性能を有している事がわかった。

#### [実施例2]

基体として5mm径で肉厚1mm、長さ100mmのステンレス鋼製の管状体を用い、実施例1と同様にして電池構造を形成し、良導電層として、金属

アルミニウム蒸着層にかえて、低温焼成タイプの銀ペーストを基体の長手方向に直線的に塗布して形成した。得られた良導電層の幅は基体の円周の約 $\frac{1}{5}$ であった。このものは第3図に示すように、凹面鏡と組合せて用いるのに適していた。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の太陽電池の一実施例を長手方向に沿って切断したところを示す拡大中央断面図、第2図は同じく長手方向に対して垂直に切断したところを示す拡大断面図であり、第3図は本発明の太陽電池の使用形態の一例を示す説明図、第4図(a)(b)は同じく他の使用形態の一例を示す説明図であり、第5図は半導体層の中を入射光線が繰り返し通過する様子を示す説明図である。

(1)…基体 (2)…端部 (3)…半導体層 (4)…透明導電層 (5)…良導電層

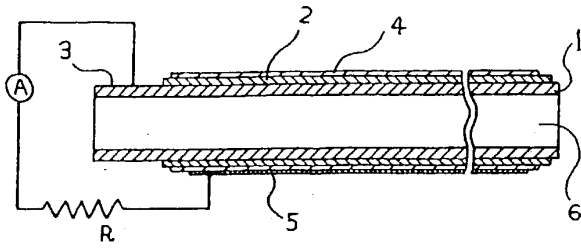
特許出願人

凸版印刷株式会社

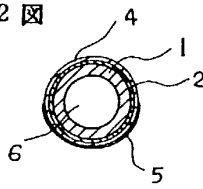
代表者 鈴木和夫



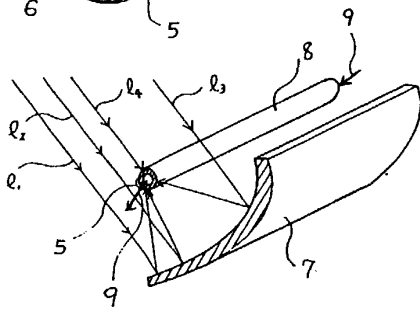
第 1 図



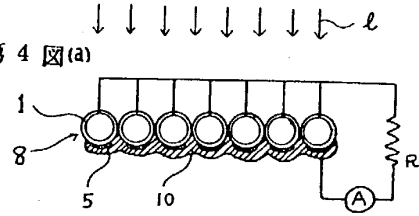
第 2 図



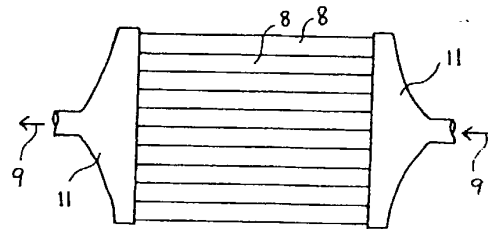
第 3 図



第 4 図 (a)



第 4 図 (b)



第 5 図

